



Économie rurale

Agricultures, alimentations, territoires

296 | Novembre-décembre 2006

Varia

Mesure de l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières en Côte-d'Ivoire

The measure of technical efficiency of food farming women in Ivory Coast

Ekou Nuama



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/economierurale/1892>

DOI : 10.4000/economierurale.1892

ISSN : 2105-2581

Éditeur

Société Française d'Économie Rurale (SFER)

Édition imprimée

Date de publication : 30 décembre 2006

Pagination : 39-53

ISSN : 0013-0559

Référence électronique

Ekou Nuama, « Mesure de l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières en Côte-d'Ivoire », *Économie rurale* [En ligne], 296 | Novembre-décembre 2006, mis en ligne le 28 octobre 2009, consulté le 01 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/economierurale/1892> ; DOI : 10.4000/economierurale.1892

Mesure de l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières en Côte-d'Ivoire

Ekou NUAMA • Enseignant/Chercheur à l'Unité de Formation et de Recherches en Sciences Économiques et Gestion (SEG) (Université de Cocody) et Centre Ivoirien de Recherches Économiques et Sociales (CIREs)

La problématique

En Côte-d'Ivoire, comme dans bien d'autres pays d'Afrique au sud du Sahara, l'agriculture est le secteur dominant de l'économie. Elle génère en moyenne 30 à 35 % du PIB et constitue la principale source de revenu et d'emploi pour plus de 60 % de la population active (Banque mondiale, 2003). Elle est formée de deux grandes composantes : l'agriculture d'exportation et l'agriculture vivrière. La première constitue le fer de lance de l'économie ivoirienne tant par l'activité industrielle intérieure qu'elle suscite que par l'importance des exportations qu'elle génère. La seconde composante est principalement dominée par cinq grandes cultures, à savoir : l'igname, le manioc, la banane plantain, le maïs et le riz. Le secteur de la production vivrière en Côte-d'Ivoire est caractérisé par de petites exploitations traditionnelles à faible productivité et essentiellement destinées à l'autoconsommation.

La région du N'Zi Comoé, située au centre-est de la Côte-d'Ivoire, représentant environ 4 % du territoire, était considérée comme la boucle du cacao de 1960 à 1980. Elle fournissait l'essentiel de la production de fèves de cacao. Mais à partir de 1980, cette région a subi plusieurs calamités naturelles : la sécheresse, l'apparition de criquets pèlerins et la mauvaise pluviosité. L'effet combiné de tous ces facteurs l'a appauvrie. Il faut ajouter à cela l'effet de la culture sur brûlis dont la pratique continue, et qui a entraîné l'épuisement des sols, à tel point que les cultures pérennes y poussent difficilement.

Face à la nouvelle situation écologique, les paysans de l'ancienne boucle de cacao

ont développé de nouvelles habitudes. Les cultures vivrières, qui jadis étaient développées pour l'autoconsommation, sont devenues les principales cultures génératrices de revenus. Les femmes de cette région en sont non seulement les productrices essentielles mais aussi les bénéficiaires quant aux revenus.

Pourtant, malgré la présence massive des femmes dans la production de produits vivriers, aucune étude empirique n'a évalué, à notre connaissance, l'efficacité technique de ces agricultrices afin de déterminer réellement leur contribution.

Face au nouveau défi qui est la lutte contre la pauvreté surtout en milieu rural, quelles sont les principales contraintes à lever en vue d'améliorer substantiellement le revenu des femmes agricultrices de produits vivriers ? La réponse à cette interrogation nécessite d'analyser de façon empirique les efforts réels des femmes à travers l'évaluation de leur niveau d'efficacité technique et d'examiner les déterminants de celle-ci.

Certes, de nombreuses études ont permis d'évaluer le niveau d'efficacité économique et technique des paysans africains en général et, en particulier, celui des agriculteurs ivoiriens. Mais en ce qui concerne l'efficacité technique des femmes, notamment celles de la région du N'Zi Comoé, ces études sont semble-t-il inexistantes. Ainsi, cette étude dont l'objectif est de mesurer le score moyen d'efficacité technique des productrices de cultures vivrières, vise à combler cette absence.

Dans cet article, la première partie présente une revue de la littérature. Puis la

méthodologie de collecte et d'analyse des données est exposée dans la deuxième partie ; la troisième partie en présente les résultats. Enfin, la conclusion offre quelques recommandations tant au plan technique qu'au plan institutionnel.

Une revue de la littérature

Il s'agit ici essentiellement de la notion de l'efficacité technique à travers la méthode d'estimation des frontières et de ses déterminants. Le résultat d'une exploitation peut être le profit évalué en francs CFA ou la production évaluée en kilogramme. Dans le cas d'une entreprise privée, les actionnaires recherchent le maximum de profit. Mais, dans le cas de petites exploitations agricoles de produits vivriers, dont la production est essentiellement destinée à l'autoconsommation et dont seul le surplus est écoulé sur les marchés urbains proches ou lointains, l'objectif des exploitantes est la maximisation de la production en vue de satisfaire les besoins alimentaires de leur famille.

1. La notion d'efficacité

Dans la littérature, la notion d'efficacité fait l'objet de deux grandes composantes : l'efficacité technique et l'efficacité allocative.

- La première se réfère à l'organisation matérielle de la production. Ainsi, une exploitante est techniquement efficace, si pour un niveau de facteurs et de produits utilisés, il est impossible d'augmenter la quantité d'un produit sans augmenter la quantité d'un ou plusieurs facteurs ou sans réduire la quantité d'un autre produit. L'exploitante la plus efficace techniquement est celle qui, à niveau de production égal, a utilisé le moins d'intrants.

- La seconde efficacité se définit par rapport au système de prix auquel fait face l'exploitante et suivant un comportement d'optimisation économique (minimisation du coût, maximisation du profit). À titre d'exemple, une agricultrice est déclarée allocativement efficace si, à niveau de pro-

duction donné, le coût de production est minimum. L'exploitante qui est à la fois techniquement et allocativement efficace est dite économiquement efficace. Elle a un comportement de maximisation de profit. En situation de concurrence, son profit est maximum lorsqu'elle égalise le coût marginal de production de chaque facteur de production à son prix sur le marché.

Selon la théorie micro-économique traditionnelle, les études d'efficacité technique ou économique n'ont pas leur raison d'être car le producteur est supposé être rationnel et « maximisateur » de profit. Par conséquent, chaque exploitant se trouverait toujours sur la frontière de production ou sur la frontière de coût. Mais dans la réalité, les études montrent le contraire. En fait, l'expérience indique que les producteurs ou les productrices en général ne se situent jamais, du moins dans leur majorité, sur les frontières de production et de coût.

C'est ainsi que de nombreuses études empiriques ont été menées dans tous les domaines et dans presque tous les continents pour quantifier exactement le niveau d'efficacité atteint par les producteurs (Thiam *et al.*, 2001). Compte tenu du nombre important de publications dans le domaine, nous ne mentionnerons que les écrits les plus récents et ceux qui ont eu pour champ d'investigation les petites exploitations agricoles.

Nuama (2003) a évalué l'efficacité technique des exploitations ovines en Côte-d'Ivoire. L'étude montre, d'une part, que les éleveurs d'ovins pourraient encore accroître leur production de 28 % sans aucun apport additionnel d'intrants et, d'autre part, qu'il y a un énorme gaspillage de ressources productives, principalement des dépenses affectées à la prophylaxie des animaux et celles liées à leur alimentation.

Audibert *et al.* (2003b) ont analysé l'effet du paludisme sur l'efficacité technique des producteurs ivoiriens de coton dans le nord de la Côte-d'Ivoire à l'aide de la méthode Analyse d'enveloppement des don-

nées, DEA (*Data Envelopment Analysis*). Les indices d'efficacité obtenus ont été utilisés comme variable dépendante dans un autre modèle Tobit pour expliquer le taux de morbidité du paludisme entre les producteurs de coton et leur famille ainsi que la cohésion sociale et les comportements culturels. Cette étude montre que la densité d'infection parasitaire a un impact négatif direct et indirect sur l'efficacité dans la production de coton. L'étude montre également que plusieurs producteurs de coton ont amélioré leur score d'efficacité technique et que dans les villages où la production de coton est importante, l'on observe une plus faible cohésion sociale.

Au Cameroun, Nyemeck *et al.* (2004) ont évalué l'efficacité technique de 450 petits producteurs d'arachide et de maïs en monoculture et de ces cultures en association à travers 15 villages. Le niveau moyen d'efficacité technique obtenu par les trois types de producteurs est respectivement de 0,77, 0,73 et 0,75. Les causes des écarts obtenus au niveau de leur efficacité technique sont essentiellement dues au crédit, à la fertilité des sols, l'accès à l'encadrement et à la route.

Battese et Coelli (1995) ont utilisé un modèle stochastique avec des données de panel à effets fixes individuels et temporels. Dans ce modèle, le terme non négatif représentant l'inefficacité technique est supposé être une fonction des variables spécifiques aux entreprises et du temps. Il suit une distribution normale tronquée de variance constante et dont la moyenne est une fonction linéaire des variables observées incluses dans le modèle. Les données empiriques portent sur les exploitations agricoles de riz paddy en Inde. Ces données de panel couvrent une période de dix ans.

Helfand et Levine (2004) ont étudié les déterminants de l'efficacité technique et le lien entre la taille des exploitations et l'efficacité technique des producteurs dans le centre-ouest du Brésil. L'approche non paramétrique a été choisie. La méthode DEA a

été utilisée pour évaluer les scores d'efficacité technique des producteurs brésiliens. L'étude a montré que les facteurs sur lesquels les producteurs brésiliens doivent agir s'ils veulent accroître significativement leur efficacité sont la taille des exploitations, le mode d'accès à la terre, l'accès au marché, à la vulgarisation et aux intrants modernes.

Coelli et Fleming (2004) ont étudié l'efficacité technique des petits producteurs de café et de patate douce en Papouasie et Nouvelle Guinée au cours de deux années. Une frontière stochastique de coût est utilisée pour vérifier si la diversification, la spécialisation dans la production de café ou la production d'aliments ou d'autres cultures de rente influencent significativement l'efficacité technique des ménages inclus dans leur échantillon. Les indices d'efficacité en intrants obtenus ont été utilisés comme variable dépendante dans un autre modèle expliquant l'inefficacité. Les variables exogènes de ce deuxième modèle sont le mode d'accès à la terre, l'âge des femmes chefs de ménage, le niveau d'instruction des hommes et des femmes chefs de ménage et les obligations sociales des chefs de ménage.

Thiam *et al.* (*op. cit.*) ont étudié, à l'aide d'une méta-analyse, les facteurs qui influencent l'efficacité technique dans les pays en développement. L'analyse a porté sur un échantillon de 51 observations à travers 32 études. Le principal résultat est que la forme fonctionnelle de type Cobb-Douglas et l'utilisation des données de coupe transversale ont tendance à minimiser le niveau d'efficacité technique. Cependant, d'autres éléments tels que l'ajout de nouvelles variables au modèle, la fonction de production, la nature de la frontière (stochastique ou déterministe) et la taille de l'échantillon n'affectent pas significativement les scores d'efficacité technique.

Audibert *et al.* (1999) ont analysé l'efficacité technique d'un échantillon de producteurs de coton dans le nord de la Côte-d'Ivoire à l'aide d'un modèle stochastique

de frontière de production à effets d'inefficacité incorporés. Les résultats de cette étude montrent, d'une part que l'éducation induit un effet d'allocation détournant les exploitants les plus instruits vers des activités moins contraignantes mais tout aussi rentables du point de vue de leur utilité et, d'autre part, que le paludisme, principale cause de morbidité dans cette zone est une cause importante de l'inefficacité technique des exploitants.

2. La méthode d'estimation de l'efficacité

Pour mesurer le niveau d'efficacité technique d'une exploitation quelconque, il faut d'abord estimer la frontière de production ou de coût qui représente des points indiquant la quantité maximale de produits ou le coût minimum qui peut être obtenu pour un volume donné d'intrants. Ainsi, la frontière de production ou de coût est obtenue par l'ensemble des points décrivant les décisions optimales des agricultrices de produits vivriers. Dans le cas de la frontière de production, chaque point de l'espace production-intrants a pour coordonnées le volume du produit considéré et le volume d'intrants (terre, capital, travail) utilisé par l'exploitante.

Une fois la frontière de production fixée, l'échantillon d'exploitantes est situé soit en deçà de cette frontière soit sur elle mais jamais au-delà. Celles qui sont situées sur la fonction frontière sont les plus efficaces et leur score d'efficacité est égal à un. En revanche, d'autres s'en éloigneront et, pour ces dernières, leur score d'efficacité est compris entre zéro et un. La deuxième tâche concerne l'évaluation du niveau d'efficacité technique. Ce niveau se mesure de deux manières différentes :

- si l'analyse se fait du côté de la production, il est évalué comme étant l'écart entre le niveau de production observé et le niveau maximal de production déterminé par la frontière de production,
- si l'analyse s'effectue du côté des intrants, l'exploitante la plus efficace techniquement

est celle qui obtient le même volume de production avec un volume moindre d'intrants et l'indice d'efficacité en intrants est le rapport entre le volume optimal d'intrants et le volume d'intrants effectivement utilisé.

En ce qui concerne l'estimation de la frontière de production, elle constitue une étape centrale dans toute analyse de l'efficacité technique et différentes méthodologies ont été développées (Fried *et al.*, 1993). La littérature mentionne deux principales approches : l'approche non paramétrique et l'approche paramétrique.

La spécification ou non d'une forme fonctionnelle de la frontière de production est l'élément distinctif de ces approches. Quelle que soit l'approche choisie, plusieurs méthodes d'estimation de la frontière existent. Ces méthodes peuvent être classées selon la forme présumée de la frontière de production ou de coût, selon la technique d'estimation utilisée pour l'obtenir et selon la nature et les propriétés supposées de l'écart entre la production observée et la production optimale. L'approche paramétrique est celle qui présente une fonction comportant des paramètres explicites. On peut, par exemple, utiliser une forme fonctionnelle de type Cobb-Douglas ou translogarithmique.

Dans le cas d'une fonction paramétrique, plusieurs techniques économétriques et non économétriques permettent d'estimer les paramètres de la frontière de production ou de coût : la méthode des moindres carrés ou la méthode du maximum de vraisemblance, la programmation linéaire et la programmation quadratique. Aigner et Chu (1968) ont été les initiateurs des frontières de production paramétriques notamment l'approche déterministe non économétrique selon laquelle l'écart entre la production frontière et la production observée est dû à l'inefficacité de l'exploitant. L'inconvénient de cette méthode est qu'elle ne prend pas en compte les phénomènes aléatoires qui peuvent influencer le niveau d'efficacité.

La nature des écarts entre la production observée et la production maximale différencie les frontières stochastiques des frontières déterministes. Le choix entre la frontière stochastique et la frontière déterministe est purement optionnel. Il dépend du chercheur. Certains chercheurs supposent que tout écart observé est uniquement dû à l'inefficacité du producteur, et ils qualifient la frontière de nature déterministe. Si en revanche, les chercheurs estiment que les écarts sont expliqués à la fois par l'inefficacité du producteur et par des éléments aléatoires qui échappent au contrôle de l'exploitant, on dit que la frontière de production ou de coût est de nature stochastique (N'Gbo, 1994). L'effet aléatoire a été introduit par Aigner *et al.* (1977) et Meeusen et Van den Broek (1977) pour tenir compte des facteurs qui échappent au contrôle de l'exploitant. L'estimation de la frontière stochastique peut se faire à l'aide des méthodes économétriques (la méthode des moindres carrés corrigés et la méthode du maximum de vraisemblance).

L'approche non paramétrique a la particularité de n'imposer aucune forme pré-établie à la frontière de production ou de coût. Farrell (1957) fut le premier à proposer la frontière non paramétrique convexe dans le cadre d'une étude visant à envelopper les activités de production observées de manière à ce que l'ensemble des possibilités de production ainsi formé soit convexe. L'idée de Farrell a été développée par Charnes *et al.* (1978) puis Banker *et al.* (1984) à travers la méthode DEA qui prend en compte les rendements d'échelle. La méthode de Farrell a imposé des rendements d'échelle constants, mais cette hypothèse a été relâchée par Charnes *et al.* (*op. cit.*). L'évaluation des indices d'efficacité est faite par la programmation linéaire ou la programmation quadratique qui minimise l'écart entre la production observée et la production optimale.

L'approche non paramétrique non convexe a été proposée par Deprins *et al.*

(1984) avec comme seule hypothèse, la libre disposition des productions et des intrants d'où son nom *Free Disposal Hull* (FDH). Selon cette méthode, pour les exploitations de mono-produit et de multi-intrants, une exploitation est qualifiée d'inefficace s'il est possible de trouver une autre appartenant à l'échantillon dont la quantité produite est supérieure et le volume d'intrants utilisés est inférieur.

3. Déterminants de l'efficacité

À travers la littérature, de nombreuses études ont montré que certains facteurs ont un impact sur le niveau d'efficacité. Ces facteurs peuvent être la taille de l'exploitation, le niveau d'instruction, l'âge du chef de ménage, l'accès au crédit et l'appartenance à un groupement d'intérêt économique.

La taille de l'exploitation

Il a été montré son influence positive sur le niveau d'efficacité par exemple par Alvarez et Arias (2004), Thiam *et al.* et Nyemeck *et al.* En revanche, l'étude de Helfand et Levine au Brésil a établi une relation en forme de U entre la taille de l'exploitation et l'efficacité technique. Ainsi, pour les exploitations brésiliennes dont la taille est comprise entre 1 000 et 2 000 hectares, l'efficacité est négativement corrélée à la taille. Mais, les exploitations ayant une superficie hors de cette classe ont une efficacité technique corrélée positivement à la taille.

Le niveau d'instruction

L'instruction évaluée en terme du nombre d'années d'études primaires, secondaires ou supérieures, est une variable qui a un impact positif sur les indices d'efficacité dans le sens qu'un producteur instruit a facilement la maîtrise des techniques modernes de production et il a aussi l'opportunité d'avoir les informations nécessaires sur les prix de marché et d'acheter ses inputs à moindre prix. Selon Coelli et Fleming, par exemple le niveau d'instruction a un impact positif sur

l'efficacité technique des exploitants en Papouasie et Nouvelle Guinée.

L'âge des exploitantes

Il peut exister une relation négative ou positive entre l'âge et le niveau d'efficacité. Certains chercheurs pensent que les producteurs les plus âgés sont moins efficaces que les jeunes producteurs dans la mesure où, selon eux, les premiers n'ont pas assez de contact avec les services de vulgarisation et ils sont peu disposés à adopter les nouvelles technologies contrairement aux jeunes qui sont aptes à rechercher les informations nécessaires et à adopter de nouvelles technologies (Coelli et Fleming). Néanmoins, d'autres chercheurs estiment que les producteurs âgés peuvent être plus efficaces en raison de leur expérience.

Le crédit

Si les fonds obtenus par les paysans à travers les structures de prêts servent à l'achat d'intrants modernes, le crédit influence positivement l'efficacité des exploitants. Toutefois, certaines études menées ont abouti à une relation négative et significative entre le crédit et l'efficacité (voir Nyemeck *et al.* ; Helfand et Levine). La raison essentielle est que les petits paysans n'utilisent pas les fonds obtenus pour l'intensification agricole ; ils l'utilisent à d'autres fins.

L'appartenance à un groupement d'intérêt économique

Selon la littérature, le capital social, dont l'appartenance à une organisation est une composante, a un impact positif sur l'efficacité technique. L'organisation sociale accroît le potentiel productif de la société. En effet, cette organisation communautaire peut résoudre les problèmes de main-d'œuvre et d'accès au crédit qui sont des facteurs qui améliorent l'efficacité technique du paysan (Helfand et Levine). Cependant, les obligations sociales et l'efficacité technique sont négativement corrélées (Coelli et Fleming).

Méthodologie **Collecte et analyse des données**

1. La collecte des données

Dans la région du N'Zi Comoé, composée en majorité d'ethnies Agni et Baoulé, la société est de type matrilineaire. C'est une région à vocation agricole, on y cultive plusieurs cultures vivrières dont les plus significatives sont l'igname, le manioc, le riz et la banane plantain. Au niveau des cultures de rente, il existe encore quelques exploitations de café et de cacao surtout dans la zone de forêt. Parmi les cultures vivrières les plus importantes, l'igname et le manioc sont les plus dominants de la zone d'étude, car ils constituent l'essentiel des aliments de base de la population rurale de cette région.

Les cultures vivrières sont généralement cultivées à la fois par les hommes et les femmes. Mais dans ce travail, nous nous sommes intéressés exclusivement à la production vivrière des femmes de cette région qui en sont les principales cultivatrices comme le montrent Audibert *et al.* (2003a). Ces auteurs ont conduit une étude analysant l'effet du paludisme sur l'accumulation de la richesse en zone de savane dans le nord de la Côte-d'Ivoire. Cette étude met en relief la répartition des tâches entre les femmes et les hommes. En effet, dans cette zone, les cultures vivrières sont pratiquées par les femmes tandis que les cultures de rente reviennent aux hommes. Ils ont défini trois strates selon le système agro-écologique. Il ressort de cette étude que, les Sénoufos société traditionnelle matrilineaire, les femmes ne participent qu'aux activités économiques dirigées par les hommes, elles conduisent selon les strates, pas ou peu d'activités agricoles lucratives privées.

L'échantillon de la zone d'étude a été tiré au hasard et est composé de trois départements à savoir : Dimbokro, Bongouanou et Daoukro. Ensuite, cinq sous-préfectures ont été tirées au hasard : Bongouanou, Arrah, Daoukro, Ettrokro et Dimbokro.

Après les sous-préfectures, les villages dans lesquels l'enquête devait avoir lieu ont été tirés de façon aléatoire. Il s'agit de dix-neuf villages. Ils se répartissent ainsi : neuf villages dans la sous-préfecture de Dimbokro, deux à Bongouanou, deux à Arrah, trois à Daoukro et trois à Ettrokro. L'enquête a été réalisée en mars et avril 2005.

Pour les exploitations agricoles, sélectionnées de façon aléatoire, nous avons choisi de nous intéresser seulement aux parcelles dont le propriétaire est une femme. Ainsi, l'unité statistique est la parcelle de cultures vivrières dirigée par une femme. Les deux types de parcelle considérés sont celui de manioc et d'igname. La taille de l'échantillon est de 458 productrices composées de 301 cultivatrices de manioc et 157 d'igname réparties comme suit (tableau 1).

exploitante, son état matrimonial, l'accès aux services de vulgarisation, l'appartenance ou non à un groupement d'intérêt économique et l'obtention ou non du crédit.

2. Les variables utilisées dans l'analyse

Parmi les variables quantitatives, certaines (la production évaluée en kilogramme, la superficie des exploitations, le temps de travail, le capital fixe et le capital variable) entrent dans la frontière de production. La production de manioc ou d'igname représente la variable dépendante, et la superficie, le temps de travail, le capital fixe et le capital variable sont les variables exogènes du modèle de frontière de production.

Les variables qualitatives sont utilisées pour expliquer les causes des inefficacités techniques des femmes productrices de

Tableau 1. Structure de l'échantillon par type de culture et selon le nombre de productrices

Départements Produits	Dimbokro	Bongouanou		Daoukro		Total
	Dimbokro	Bongouanou	Arrah	Daoukro	Ettrokro	
Manioc	100	50	51	50	50	301
Igname	57	20	30	30	20	157
Total	157	70	81	80	70	458

Source : l'auteur, enquête de mars et avril 2005.

Deux volets composent le questionnaire : un volet ménage et un volet unité de production. Le premier identifie la productrice, traite de l'accès aux sources de financement et à la terre. Le second volet relatif à l'unité de production analyse les activités de production, les coûts des facteurs de production et l'accès aux services de vulgarisation.

Le questionnaire collecte à la fois des données quantitatives et qualitatives. Les variables quantitatives concernent la production, le prix des produits, les quantités d'intrants utilisés, le temps de travail converti en hommes jours selon la norme de la FAO, la quantité de produits vendue, l'âge de l'exploitante, la taille du ménage, etc. Les variables qualitatives sont représentées par le niveau d'instruction de l'ex-

vivriers dans la région, et pour proposer des recommandations de politiques sociales et économiques afin que ces productrices soient techniquement plus efficaces. Les déterminants de l'efficacité technique sont la taille du ménage, l'âge de la productrice, le niveau d'instruction, la situation matrimoniale de la productrice, l'appartenance à un groupement d'intérêt économique, l'accès au service de vulgarisation, l'accès au crédit, et l'accès à la terre.

Parmi les déterminants, certains sont des variables quantitatives (la taille du ménage, l'âge de la productrice). En revanche, d'autres sont des variables qualitatives (le niveau d'instruction, l'appartenance à un groupement d'intérêt économique, l'accès aux services de vulgarisation, l'accès au

crédit, l'accès à la terre et la situation matrimoniale). Elles sont prises en compte comme des variables muettes. Ces variables muettes sont définies de la façon suivante :

- le niveau d'instruction est égal à 1 si la productrice de vivriers est analphabète et 0 si non ;

- la situation matrimoniale est égale à 1 si la productrice de vivriers est mariée selon la coutume et 0 si non. En effet, l'analyse de la situation matrimoniale indique environ 80 % des productrices de vivriers dans la zone d'étude ont scellé leur union par le mariage coutumier et que la deuxième modalité la plus significative est la modalité célibataire ;

- l'appartenance à un groupement d'intérêt économique est égal à 1 si la productrice appartient à l'un, 0 si non ;

- l'accès à la vulgarisation est égal à 1 si elle a accès aux services de vulgarisation et 0 si elle n'a aucun contact avec eux ;

- l'accès au crédit est égal à 1 si elle a accès à des crédits formels ou informels existant dans la zone d'étude et 0 si non ;

- l'accès à la terre est égal à 1 si elle a accès à la terre qu'elle cultive par don et 0 pour les autres formes d'accès à la terre.

Les signes attendus de tous les déterminants de l'inefficacité technique doivent être négatifs sauf les variables « âge », « niveau d'instruction » et « situation matrimoniale » dont les signes devraient être positifs. En effet, plus la productrice est âgée, moins elle est techniquement efficace. La productrice mariée coutumièrement est moins efficace que la célibataire ou la veuve, car elle a la lourde tâche de travailler d'abord dans la parcelle de son époux avant de s'occuper de sa propre parcelle. La productrice instruite est techniquement plus efficace que la productrice analphabète car elle a la possibilité de tirer profit des opportunités de formation et des informations existantes. La variable « taille du ménage » a un impact négatif sur l'inefficacité technique, car plus la taille du

ménage est grande, plus la productrice dispose d'une importante force de travail. En revanche, la variable « accès à la terre par don » doit être corrélée positivement à l'inefficacité technique dans la mesure où cette forme d'accès à la terre n'entraîne pour la productrice ni de charge financière à payer au propriétaire terrien, ni de partage de récolte entre elle et le propriétaire terrien. Ainsi, l'exploitante n'a pas d'incitations à produire plus efficacement pour lui permettre de payer son loyer.

3. Le modèle d'analyse

L'évaluation de l'efficacité technique passe par l'estimation de la frontière de production des productrices de vivriers. Nous avons estimé une frontière de production pour chaque culture vivrière. Le type de frontière choisi est la frontière de production stochastique (appelée frontière à erreurs composées) et à effets d'inefficacité incorporés proposée par Battese et Coelli (*op. cit.*). Ce modèle a été introduit dans la littérature par Aigner *et al.* (*op. cit.*) et Meusen et Van den Broeck (*op. cit.*). L'avantage de ce type de frontière de production est que ce modèle permet d'expliquer les déviations observées entre la frontière de production aléatoire et les productions réellement observées par, d'une part, l'inefficacité technique de l'exploitante et, d'autre part, les facteurs aléatoires tels que les facteurs climatiques et l'omission de certaines variables explicatives.

Mathématiquement, si l'on considère une exploitante qui combine des facteurs de production (terre, main-d'œuvre, capital fixe et capital variable) pour produire un bien Y (manioc ou igname), la frontière de production stochastique est représentée par la formule suivante :

$$\ln Y_i = \ln f(X_i; \beta) \exp(V_i - U_i) \quad (1)$$

$$\text{avec } U_i = \delta_0 + \sum \delta_i Z_i + W_i, \quad (2)$$

exp est la fonction exponentielle ;

Y_i est la production de l'exploitante i ;

X_i représente les facteurs de production utilisés par l'exploitante i . Ces facteurs de production comprennent :

- a) la terre représentée par la superficie cultivée ;
- b) le temps total des travaux des hommes, des femmes et des enfants relatifs aux différentes opérations culturales représentant le temps de travail total de la main-d'œuvre évaluée en hommes jours ;
- c) le capital représenté par les quantités de semences en valeur utilisées sur chaque exploitante, la valeur d'autres intrants, la valeur des équipements, etc., il est décomposé en capital fixe et capital variable.

β est le vecteur des paramètres à estimer ; il représente les élasticités quand la fonction de production est de type Cobb-Douglas ; V_i est le terme d'erreur aléatoire ; U_i est le terme d'erreur qui traduit l'inefficacité technique de l'exploitant i .

Z_i représente les caractéristiques socio-économiques qui expliquent l'inefficacité technique des productrices avec :

- Z_1 : la taille du ménage ;
- Z_2 : l'âge de l'exploitante ;
- Z_3 : le niveau d'instruction de l'exploitante (variable muette) ;
- Z_4 : la situation matrimoniale de l'exploitante (variable muette) ;
- Z_5 : l'appartenance à un groupement d'intérêt économique (variable muette) ;
- Z_6 : l'accès aux services de vulgarisation (variable muette) ;
- Z_7 : l'accès au crédit (variable muette) ;
- Z_8 : l'accès à la terre (variable muette) ;
- W_i est le terme d'erreur habituel.

Deux hypothèses sont à considérer concernant les termes d'erreurs : on suppose que U_i suit une loi normale de paramètres $N(\mu ; \sigma_u^2)$ et V_i suit une distribution normale tronquée c'est-à-dire $N(0 ; \sigma_v^2)$. Sur la base de ces hypothèses, on obtient à partir du logiciel de Frontier, version 4.1 de Coelli (1996)¹, les coefficients et $\sigma^2 =$

$\sigma_u^2 + \sigma_v^2$; $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$. γ mesure la part de l'inefficacité technique dans la variation totale observée entre les points sur la frontière de production et les données.

Soit Y^* la frontière de production maximale : $Y^* = f(X_i ; \beta) \exp(V_i)$ (3)

Partant de cette fonction, l'indice d'efficacité technique de l'exploitant i est donné par la formule suivante :

$$I_i = Y_i / Y^* \\ \text{alors } I_i = f(X_i ; \beta) \exp(V_i - U_i) / f(X_i ; \beta) \exp(V_i) \\ \text{ainsi } I_i = \exp(-U_i) \quad (4)$$

Mais, dans le cas des frontières de production stochastiques, il est impossible d'estimer directement le terme d'erreur qui représente l'inefficacité technique. En effet, il est difficile de dissocier dans l'écart entre la production effective et la production optimale, la part due à l'inefficacité technique de la part purement aléatoire. Pour estimer l'indice d'efficacité technique, Jondrow *et al.* (1982)² suggèrent d'utiliser une distribution conditionnelle de l'inefficacité étant donné l'écart entre la production effective et la production optimale.

La fonction frontière de production est estimée par la méthode du Maximum de vraisemblance (MV) à l'aide du logiciel Frontier 4.1 (Coelli, *op. cit.*). Elle consiste à construire la fonction de vraisemblance puis à déterminer les paramètres qui maximisent cette fonction. Le logiciel de Frontier 4.1 fournit par itération les élasticités de la frontière de production, les scores d'efficacité technique et les coefficients des déterminants.

1. Coelli T. *A guide to Frontier Version 4.1: A computer program for stochastic frontier production and cost function estimation*. Centre for Efficiency and productivity Analysis, University of New England, midale, NSW, 2351, Australia. CEPA Working Paper 96/07.

2. Voir Coelli *et al.* (1998).

Pour estimer la fonction de production frontière Y^* et les paramètres associés β , nous avons choisi la forme fonctionnelle de type trans-logarithmique. L'intérêt de cette forme fonctionnelle, est qu'elle est plus générale que la forme Cobb-Douglas, elle est équivalente à la forme Cobb-Douglas lorsque tous les termes croisés des facteurs de production sont nuls.

Mesure de l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières

Deux frontières de production stochastiques ont été estimées par la méthode du maximum de vraisemblance à l'aide du logiciel Frontier 4.1 correspondant aux deux types de cultures vivrières. Les résultats sont présentés dans le *tableau 2*. La production de cultures vivrières dans la zone d'étude est une activité à très forte intensité de travail et à faible intensité capitalistique. Le signe de la variable superficie indique que la superficie et la production sont négativement corrélées. Cela est d'autant plus vrai que l'augmentation de la superficie entraîne un accroissement des temps de travaux d'entretien. Compte tenu du nombre pléthorique d'activités ou de parcelles d'autres cultures vivrières telles que les légumes, l'arachide, etc. dont disposent ces productrices d'igname et de manioc, elles n'arrivent pas à consacrer le maximum de temps à leur propre parcelle. De plus, pour celles qui sont mariées, leur obligation première est de s'occuper de la parcelle familiale. Quant au signe négatif pour la variable fixe, il pourrait être expliqué, ainsi que le proposent Latruffe *et al.* (2004) pour la Pologne, par l'obsolescence des équipements.

L'analyse des déterminants de la frontière de production montre que pour la culture d'igname, les variables les plus significatives sont la taille du ménage, l'âge des exploitantes, le niveau d'instruction, l'accès à la vulgarisation, au crédit et à la terre. Parmi ces variables pertinentes celles qui réduisent l'inefficacité technique des pro-

ductrices d'igname sont la taille du ménage, l'accès à la vulgarisation et l'accès au crédit (*tableau 2*), ce qui est conforme à nos hypothèses. En revanche, la variable « accès à la terre par don » accroît l'inefficacité technique des productrices d'igname et de manioc dans la zone d'étude.

Par ailleurs, l'analyse des déterminants de l'efficacité technique révèle que pour la culture de l'igname l'effort doit être fait en grande partie au niveau de la vulgarisation. L'accès au service de vulgarisation réduit l'inefficacité technique des productrices. La force de travail représentée par la taille du ménage a un impact positif significatif dans la production des deux cultures vivrières. L'appartenance à un groupement d'intérêt économique n'a aucun effet sur l'inefficacité technique des productrices d'igname ; cependant, il améliore l'efficacité technique des productrices de manioc.

Au niveau de la culture de manioc les variables les plus significatives sont la taille du ménage, l'âge de la productrice, la situation matrimoniale et l'accès à la terre. Le signe de la variable âge est positif pour les deux cultures, ce qui signifie que plus les productrices vieillissent moins elles deviennent efficaces (*tableau 2*).

Au total, les productrices de produits vivriers (l'igname et le manioc) ont respectivement un niveau moyen d'efficacité technique de 0,88 et 0,80 c'est-à-dire qu'elles sont respectivement à 0,12 et 0,20 de leur capacité productive. Ceci montre qu'il existe encore des possibilités d'accroissement de la production sans un accroissement des facteurs de production. En effet, ces femmes pourraient augmenter leur production de 12 % et 20 % sans avoir à augmenter leurs volumes d'intrants.

La désagrégation du niveau global d'efficacité technique pour chaque type de culture vivrière permet d'obtenir le niveau de d'efficacité technique par département. Ainsi, nous allons présenter les niveaux moyens d'efficacité de chaque département

Tableau 2. Estimation de la frontière de production et déterminants du score d'inefficacité technique

Variables	Igname		Manioc	
	Coefficients	t calculé	Coefficients	t calculé
Fonction de production				
Constante	3,096	2,21**	4,43	4,3***
Superficie	-0,26	- 2,27**	- 0,07	- 8,7***
Travail	0,54	2,91**	0,36	2,86**
Capital fixe	- 0,05	2,7**	- 0,03	- 2,11**
Capital variable	0,12	2,28**	0,18	3,72***
(Superficie) ²	0,04	0,65	0,10	1,14
(Travail) ²	0,06	1,70*	0,06	0,89
(Capital fixe) ²	0,03	3,52	0,51	4,51***
(Capital variable) ²	0,95	3,83	0,15	4,91***
Superficie X Travail	- 0,36	- 2,26**	- 0,51	- 4,10***
Superficie X Capital fixe	0,01	0,68	0,48	3,84***
Superficie X Capital variable	- 0,29	- 0,32	- 0,11	- 1,82***
Travail X Capital fixe	- 0,07	- 5,10***	- 0,39	- 4,23***
Travail X Capital variable	0,39	4,99***	0,13	2,83**
Superficie X Travail X Capital fixe X Capital variable	0,02	2,3**	0,03	5,31***
Les paramètres de la variance				
σ^2	0,081	4,61***	0,56	5,22***
γ	0,81	12,73***	0,83	17,76***
Log de la vraisemblance	- 60,11		- 140,99	
Variables d'inefficacité				
Constante	- 0,28	- 0,99	- 4,63	- 2,81**
Taille du ménage	- 0,08	- 2,98**	- 0,16	- 4,03***
Âge de l'agricultrice	0,001	2,95**	0,04	3,06***
Niveau d'instruction	0,39	1,91*	- 0,13	- 0,55
Situation matrimoniale	0,12	1,14	0,13	3,09***
Appartenance à un groupement	- 0,05	- 0,48	- 0,57	- 2,97**
Accès à la vulgarisation	- 0,31	- 2,21**	0,05	0,29
Accès au crédit	- 0,26	- 1,91*	- 0,48	- 0,90
Accès à la terre	0,31	2,08**	0,24	3,28***

Les seuils de significativité des paramètres sont : * significatif à 10 % ; ** significatif à 5 % ; *** significatif à 1 %.

Source : l'auteur, estimation sur la base des données d'enquête de mars et avril 2005.

et pour chaque culture considérée. Pour la culture de l'igname, ces niveaux moyens des trois départements sont respectivement : 0,83 ; 0,91 et 0,92. Quant aux productrices de manioc dans les trois départements, leur score moyen d'efficacité technique est respectivement de 0,71 ; 0,81 et 0,87 (tableau 3).

Tableau 3. Score moyen d'efficacité technique par département et par culture

Département \ Culture	Igname	Manioc
Dimbokro	0,83	0,71
Bongouanou	0,91	0,82
Daoukro	0,92	0,87

Source : l'auteur, données d'enquête de mars et avril 2005.

Un test de Student est effectué pour voir si l'efficacité technique reste stable à travers les départements. Il s'agit d'un test de Student d'égalité des moyennes d'efficacité pour chaque culture à travers les trois départements. Ainsi, le test d'hypothèse concernant la culture d'igname est le suivant:

$$H_0 : m_1 = m_2$$

$$H_1 : m_1 \neq m_2$$

$$H_0 : m_2 = m_3$$

$$H_1 : m_2 \neq m_3$$

$$H_0 : m_1 = m_3$$

$$H_1 : m_1 \neq m_3$$

Le même test de Student est effectué pour la culture de manioc. m_1 représente la culture d'igname à Dimbokro, m_2 la même culture à Bongouanou et m_3 la même culture à Daoukro. Le résultat du test montre que les productrices d'igname de Daoukro sont en moyenne plus efficaces que celles de Dimbokro au seuil de 1 %. Mais il n'y a pas de différence significative entre les niveaux moyens d'efficacité technique dans la production d'igname des départements de Daoukro et de Bongouanou. Concernant la production de manioc, Daoukro a le score moyen d'efficacité technique le plus élevé, tandis qu'il n'y a pas de différence significative entre Bongouanou et Dimbokro (voir annexes 1 et 2).

Conclusion et recommandations

Le présent article avait pour objectif, d'une part d'évaluer le niveau d'efficacité technique des exploitations de cultures vivrières dans la région du N'Zi Comoé et, d'autre part, d'analyser les déterminants de cette efficacité productive.

Au terme des investigations, il ressort que les productrices sont en moyenne techniquement efficaces dans les cultures vivrières considérées. En effet, les indices moyens d'efficacité technique sont respectivement de 0,88 et 0,80 pour l'igname et le manioc. La culture vivrière dans la région

du N'Zi Comoé est une activité à forte intensité de main-d'œuvre et à faible intensité de capital. Les superficies sont assez réduites parce que la pression sur la main-d'œuvre à répartir entre les différentes activités agricoles est forte, chaque productrice pratique à la fois plusieurs activités agricoles.

Quant à l'analyse des déterminants de l'efficacité technique, elle montre que les variables telles que la taille du ménage, l'accès à la vulgarisation et au crédit (pour la culture d'igname seulement) et l'appartenance à un groupement économique (pour la culture de manioc seulement) améliorent l'efficacité technique des productrices dans la zone d'étude.

Au vu de ces résultats, l'étude fait des recommandations à deux niveaux : au niveau des services de vulgarisation et au niveau des institutions formelles de micro-finance.

Les services de vulgarisation : il est recommandé que ces services intensifient l'encadrement technique. Sur le plan de la production, l'accent doit être mis sur l'utilisation des techniques les plus rentables telles que le respect des périodes de semis pour l'igname, l'apport des amendements au sol dans la zone de savane de Dimbokro où l'on a constaté l'appauvrissement du sol dans certains secteurs. De plus, les services de vulgarisation doivent encourager les productrices de manioc de la zone d'étude à adhérer à des groupements d'intérêt économique.

Les institutions formelles de micro-finance : la réduction de la pauvreté chez les femmes rurales, une des couches les plus défavorisées, nécessite une action vigoureuse. Dans ce cadre, l'aide financière apportée par le projet local de développement agricole aux productrices de vivriers de Daoukro a permis d'utiliser de la main-d'œuvre agricole salariée. L'utilisation d'une telle main-d'œuvre étant le facteur clé de la production vivrière de la

région, les conseils généraux devraient favoriser les appuis financiers pour permettre aux femmes d'en utiliser. À cet effet, le développement des institutions

financières décentralisées devrait être encouragé. ■

L'auteur tient à remercier vivement le Dr Yoli Bi Sani Martin pour ses observations.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aigner D.-J., Chu S.-F. (1968). On estimating the industry production function. *American Economic Review*, vol. 58, p. 826-839.
- Aigner D.-J., Lovell C.-A.-K., Schmidt P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of econometrics*, vol. 6, p. 21-38.
- Alvarez Antonio, Arias Carlos (2004). Technical efficiency and farm size: a conditional analysis. *Agricultural Economics*, vol. 30, p. 241-250.
- Audibert M., Mathonnat J., Henry M.-C. (2003a). Malaria and property accumulation in rice production systems in the savannah zone of Côte-d'Ivoire. *Tropical Medicine and International Health*, vol. 8, 5, p. 471-483.
- Audibert M., Mathonnat J., Henry M.-C. (2003b). Social and health determinants of technical efficiency of cotton farmers in Northern Côte-d'Ivoire. *Social Science and Medicine*, vol. 56, p. 1705-1717.
- Audibert M., Mathonnat J., Nzeyimana I., Henry M.-C. (1999). Rôle du paludisme dans l'efficience technique des producteurs de coton dans le nord de la Côte-d'Ivoire. *Revue d'Économie du Développement*, volume spécial « Santé et Développement », vol. 4, p. 121-148.
- Banker R.-D., Charnes A., Cooper W.-W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, vol. 30, p. 1078-1092.
- Banque mondiale (2003). *Le Développement durable dans un monde dynamique*. Rapport mondial sur le Développement 2003, Washington, D.C.
- Battese G.-E., Coelli T. (1995). A model of technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, vol. 20, p. 325-332.
- Charnes A., Cooper W.-W., Rhodes E. (1978). Measuring the efficiency of *Euro-pean Journal of Operations Research*, vol. 2, p. 429-444.
- Coelli T., Rao P., Battese G. (1998). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.
- Coelli T., Fleming E. (2004). Diversification economies and specialisation efficiencies in a mixed food and coffee smallholder farming system in Papua New Guinea. *Agricultural Economics*, vol. 31, p. 229-239.
- Deprins D., Simar L., Tulkens H. (1984). Measuring labor efficiency in post offices. In Marchand M., Pestiau P., Tulkens H. (Eds), *"The performance of public enterprises: concepts and measurement"*, North Holland, Amsterdam.
- Farrell M.-J. (1957). The Measurement of productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, séries A, 120, part. 3, p. 253-290.
- Fried H., Lovell C.-A.-K., Schmidt S.-S. (1993). The measurement of productive efficiency. *Techniques and Applications*, England, Oxford, Oxford University Press.
- Jondrow J., Lovell C.-A.-K., Materov I.-N., Schmidt P. (1982). On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. *Journal of Econometrics*, vol. 19, p. 233-238.

- Helfand S.-M., Levine E.-S. (2004). Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West. *Agricultural Economics*, vol. 31, p. 241-249.
- Latruffe L., Balcombe K., Davidova S., Zawalinska K. (2004). Determinants of technical efficiency of crop and livestock in Poland. *Applied Economics*, vol. 36, p. 1255-1263.
- Meeusen W., Van den Broeck J. (1977). Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions With Composed Error. *International Economic Review*, vol. 18, p. 435-444.
- N'Gbo A.-G.-M. (1994). Efficacité productive des scoop françaises, estimation et simulation à partir d'une frontière stochastique. *Revue Economique*, vol. 45, p. 115-127.
- Nuama E. (2003). Évaluation de la performance productive des exploitations ovines en Côte-d'Ivoire. *Revue Ivoirienne des Sciences Economiques et de Gestion*, Editions Universitaires de Côte-d'Ivoire.
- Nyemeck B.-J., Tonyè J.-N., Wandji G., Nyambi, Akoa M. (2004). Factors affecting the technical efficiency among smallholder farmers in a slash and burn agriculture zone of Cameroon. *Food Policy*, Elsevier, vol. 24, p. 531-545.
- Thiam A., Boris E., Barvo-Ureta, Rivas T.-E. (2001). Technical efficiency in developing country agriculture a meta-analysis. *Agricultural Economics*, vol. 25, p. 235-243 .

ANNEXES

Annexe 1. Cas de l'igname : test d'égalité des moyennes entre zone*(Source : l'auteur, test à partir des données d'enquêtes de mars et avril 2005)*

1. zone de Dimbokro ; 2. zone de Bongouanou ; 3. zone de Daoukro

Test d'égalité des indices moyens d'efficacité technique entre Dimbokro et Bongouanou

	Taille de l'échantillon	Moyenne	Écart type	F
Dimbokro	58	0,835	0,1296	16,335***
Bongouanou	49	0,916	0,6858	

Test d'égalité des indices moyens d'efficacité technique entre Dimbokro et Daoukro

	Taille de l'échantillon	Moyenne	Écart type	F
Dimbokro	58	0,835	0,1296	28,128***
Daoukro	50	0,917	0,0428	

Test d'égalité des indices moyens d'efficacité technique entre Bongouanou et Daoukro

	Taille de l'échantillon	Moyenne	Écart type	F
Bongouanou	49	0,916	0,6858	1,221
Daoukro	50	0,917	0,0428	

*** Significatif à 1 %.

Annexe 2. Cas du manioc : test d'égalité des moyennes entre zone*(Source : l'auteur, test à partir des données d'enquêtes de mars et avril 2005)***Test d'égalité des indices moyens d'efficacité technique entre Dimbokro et Bongouanou**

	Taille de l'échantillon	Moyenne	Écart type	F
Dimbokro	100	0,712	0,1630	8,087
Bongouanou	101	0,818	0,1460	

Test d'égalité des indices moyens d'efficacité technique entre Dimbokro et Daoukro

	Taille de l'échantillon	Moyenne	Écart type	F
Dimbokro	100	0,712	0,1630	103,902***
Daoukro		100	0,873	

Test d'égalité des indices moyens d'efficacité technique entre Bongouanou et Daoukro

	Taille de l'échantillon	Moyenne	Écart type	F
Bongouanou	101	0,818	0,1460	24,662***
Daoukro	100	0,873	0,0447	

*** Significatif à 1 %.